Overview

高级 FPGA 及 SOPC 设计开发实验及教学系统 **FD-FPGA&SOPC_SYS** 既是高级的数字电路、数字系统开发实验及教学系统，又是高级的 SOPC(System On Programming Chip)设计开发实验及教学系统，也是理想的 IP 设计开发验证实验及教学系统。该系统的硬件平台既可作为高级 FPGA 数字系统的是设计开发平台，也可作为高级 SOPC 设计开发平台，又可作为中小规模的 IP 设计开发验证平台。

FD-FPGA&SOPC_SYS 硬件资源丰富，硬件系统采用 100 万门 ALTERA CYCLONE 系列 FPGA EP1C20 为核心，配置芯片采用 EPCS4，4Mbit 储存量，配备 1MByte 高速 SRAM，16MByte 高速 SDRAM，16MBit 快速 FLASH；设计了丰富的功能接口：2 个 RS23 通信口，高速 USB2.0 接口，2 个 PS/2 鼠标、键盘接口，I2C 接口，8 色 VGA 接口，4X4 小键盘，拨码开关输入，峰鸣器输出，液晶显示模块接口并配置了 2X32 液晶模块，数码管显示，8 个指示灯等，而且还设计了 1 路视频输入/1 路输出接口；还配置了功能扩展接口。

FD-FPGA&SOPC_SYS 软件系统配置了所有的数字电路、数字系统开发、SOPC 的开发工具和仿真工具：

1. **Altera Quartus II 5.0：** 数字电路、数字系统最新的 FPGA 和 PLD 软件开发工具。
2. **Nios Ⅱ Development Kit 5.0(SOPC Buider):** 嵌入式 SOPC 最新的软件开发工具。
3. **ModelSim ：** 嵌入式数字系统设计理想的仿真工具。

FD-FPGA&SOPC_SYS 配备了丰富的技术文档及教材资料：详细的用户使用手册，数字系统设计开发及实验教科书、SOPC 设计开发及实验教科书、IP 设计开发及实验教科书。并且 **FD-FPGA&SOPC_SYS** 配备了所有实验的参考设计和参考代码。

FD-FPGA&SOPC_SYS 应用于：高校的数字系统 FPGA 的教学及实验， 高校的 SOPC(System On Programming Chip)开发设计教学及实验，高校的电路设计/IC 设计实验室，高级 FPGA 的学习及实验平台，SOPC 的学习及实验平台，电路设计/IC 设计学习及实验平台，产品开发的原型验证平台，IC 前端设计验证平台，数字系统开发 / SOPC 开发 / IC 设计培训平台。

Highlights

- 100 万门 ALTERA CYCLONE 系列 FPGA EP1C20 为核心
- 配置芯片采用 EPCS4，4Mbit 储存量
- 配备 1MByte 高速 SRAM
- 16MByte 高速 SDRAM
- 16MBit 快速 FLASH
- 2 个 RS23 通信口
- 高速 USB2.0 接口
- 2 个 PS/2 鼠标、键盘接口
- I2C 接口
- VGA 接口
- 4X4 键盘输入
- 拨码开关输入
- 峰鸣器输出
- 液晶显示模块接口并配置了液晶显示模块
- 4 位数码管显示
- 8 个指示灯输出
- 设计了 1 路视频输入/1 路输出接口
- 还配置了功能扩展接口

- 配备了丰富的资料：详细的用户使用手册，硬件设计指导书，数字系统软件设计开发及实验指导书、SOPC 软件设计开发及实验指导书、IP 设计开发及仿真实验指导

书。

- 配备了所有实验的参考设计和参考代码

Specifications

Hardware Components

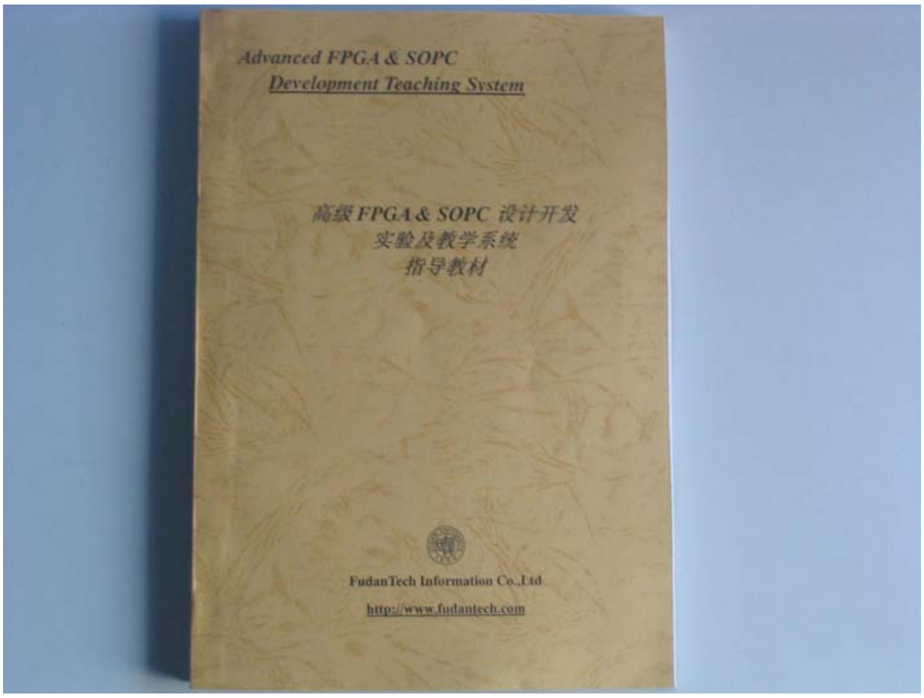
Items	Description
核心	100 万门 ALTERA CYCLONE 系列 FPGA EP1C20F400 配置芯片采用 EPCS4，4Mbit 储存量
Memory	-1MByte 高速 SRAM -16MByte 高速 SDRAM -16MBit 快速 FLASH
串口	2 个标准 RS 232 口
USB 口	1 个 USB2.0
PS/2	1 个 PS/2 鼠标，1 个 PS/2 键盘接口
VGA 接口	1 个 VGA 接口
I2C	1 个 I2C 接口
Display	液晶显示模块接口 并配置了液晶显示模块
输入	- 4 X 4 小键盘输入 - 拨码开关输入
输出	- 4 位数码管显示输出 - 8 个指示灯输出 - 峰鸣器输出
视频	- 1 路视频输入 - 1 路输出接口
扩展	配置了功能扩展接口
JTAG 下载	1 个 JTAG 下载口
AS 下载	1 个 AS 下载接口
下载工具	配备 JTAG/AS 下载/调试工具
Cable	— RS232 Cable — JTAG Cable
AC adapter	一个 5V 稳压电源
Mechanical	350mm x 230mm x 110mm

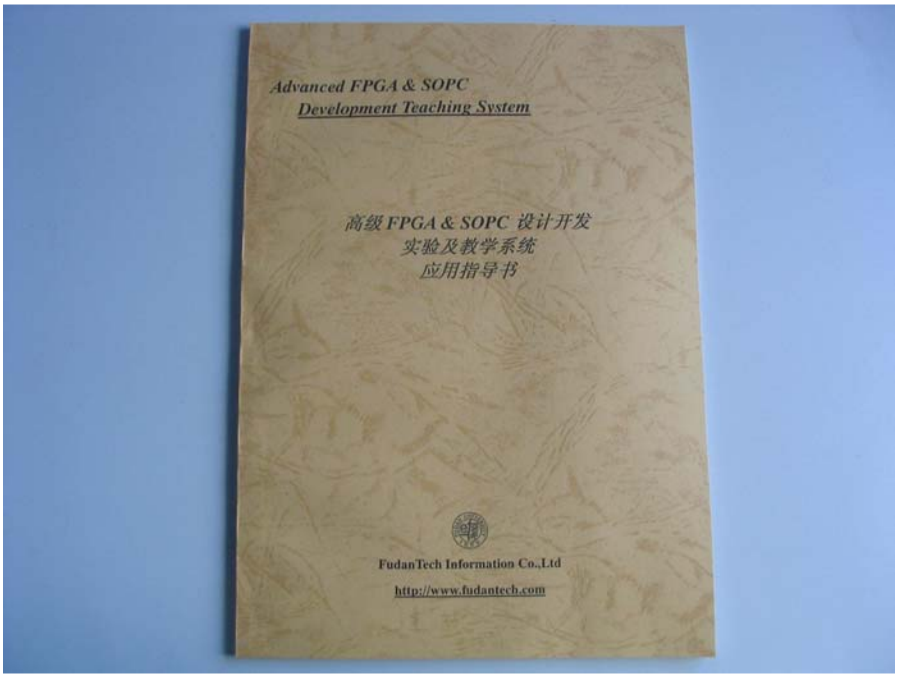
Software Components

Items	Description
数字系统	**Altera Quartus II 5.0：** 数字电路、数字系统最新的 FPGA 和 PLD 软件开发工具
SOPC	**Nios Ⅱ Development Kit 5.0(SOPC Buider):** 嵌入式 SOPC 最新的软件开发工具
IP 仿真	**ModelSim ：** 嵌入式数字系统设计理想的仿真工具
高级 FPGA 及 SOPC 系统 实验部分	第一部　数字系统设计的基础实验，及其各个实验的参考设计和参考设计代码 第二部　数字系统接口设计实验，及其各个实验的参考设计和参考设计代码 第三部　数字系统的综合设计实验，及其实验的参考设计和参考设计代码 第四部　SOPC 系统的设计实验，及其各个实验的参考设计和参考设计代码 第五部　IP 核的设计实验，及其各个实验的参考设计和参考设计代码

Documents

Items	Description
1	硬件系统所有的设计原理图
2	详细的用户使用手册，硬件设计指导教程
3	数字电路及数字系统设计开发及实验指导教程
4	SOPC 系统设计开发及实验指导教程
5	IP 核的设计开发及实验指导教程





Application

- 高校的数字系统 FPGA 的教学及实验
- 高校的 SOPC(System On Programming Chip)开发设计教学及实验
- 高校的电路设计/IC 设计实验室
- 高级 FPGA 的学习及实验平台
- SOPC 的学习及实验平台

- 电路设计/IC 设计学习及实验平台
- 产品开发的原型验证平台
- IC 前端设计验证平台
- 数字系统开发 / SOPC 开发 / IC 设计培训平台

Order Information

Order Number	Description
FD-FPGA&SOPC_SYS	高级的数字系统 FPGA 及 SOPC 设计开发教学实验系统 高级的 FPGA / SOPC 设计开发及 IP 设计验证学习及实验培训系统

技术文档和教科书内容及目录

《高级 FPGA 和 SOPC 设计开发指导及实验指导书》内容和目录：

本书共分四大篇。第一篇详细讲解了数字系统的设计和完备的实验指南，本篇先讲解了数字系统设计软件 QuartusII 的使用，然后分三部分讲解了数字系统的设计实验：数字系统设计的基础实验，数字系统接口设计实验，数字系统综合设计实验。 第二篇详细地讲解了 IP 核的设计实验。第三篇详细地讲解了 SOPC 软件 NiosII 的使用和设计实验。 第四篇是附录，讲解了数据系统和 SOPC 设计软件以及仿真软件的安装过程，以及 NiosII SOPC Builder 操作图解和仿真软件 Modlesim 的使用指南。

本书作为 Fudan Tech 公司设计开发的“高级 FPGA 及 SOPC 设计开发实验及教学系统 **FD-FPGA&SOPC_SYS**”配套教科书，内容丰富，是最新技术的非常有价值的书，实用性强。本书可作为高等科研院校电子信息等相关专业实验教材，也可作为相关技术人员和嵌入式系统设计工程师的技术资料。

第一篇 数字系统设计及实验

第一章 数字系统的设计软件 QUATUSII 5.0 使用和指南 12

1. 概述 12
2. QUATUSII 设计过程 14
3. 建立工程 14
4. 建立设计 15
4.1 使用 QUATUSII BLOCK EDITOR 建立原理图文件 17
4.2 使用 QUARTUS II TEXT EDITOR 17

4.3 使用 VERILOG HDL、VHDL 与 AHDL......18
5. 编译综合设计......18
6. 仿真工程......20
7. 分配设备与管脚......22
8. 程序下载......25
1 . jtag 方式下载......25
2 . A S 方式下载（FPGA 烧写）......28
9. 调试与软件逻辑分析仪的使用......29
10. 设置触发器......30

第二章 数字电路与数字系统实验......31

第一部分 数字系统的基础实验......31

实验一 3/8 译码器......31
一 实验目的......*31*
二 实验原理及说明......*31*
三 实验内容和要求......*32*
四 实验步骤......*32*
五 总结报告要求......*32*
六 参考设计及例程......*33*
思考......*33*
实验二 分频器......34
一 实验目的......*34*
二 实验原理及说明......*34*
三 实验内容和要求......*34*
四 实验步骤......*34*
五 实验报告要求......*35*
六 扩展性实验......*35*
七 参考设计及例程......*35*
实验三 基于 **LPM** 核的正弦函数发生器......37
预习内容......*37*
一 实验目的......*37*
二 实验原理及说明......*37*
三 实验内容和要求......*46*
四 实验步骤......*47*
五 总结报告要求......*47*
六 扩展性实验......*47*
七 参考设计及例程......*48*
实验四 **BCD** 七段显示译码器实验......50
预习内容......*50*
一 实验目的......*50*
二 实验原理及说明......*50*
三 实验内容和要求......*52*
四 实验步骤......*52*
五 实验报告要求......*52*
六 扩展性实验......*52*
七 参考设计及例程......*52*
实验五 扫描数码显示器......55
预习要求：......*55*
一 实验目的......*55*
二 实验原理及说明......*55*

三 实验步骤 *56*
四 实验内容和要求 *57*
五 总结报告要求 *57*
六 参考设计及例程 *57*
实验六 频率计 59
预习要求 *59*
一 实验目的 *59*
二 实验原理及说明 *59*
三 实验步骤 *60*
四 实验内容和要求 *60*
五 总结报告要求 *60*
六 参考设计及例程 *61*
实验七 **4X4** 扫描键盘使用 67
预习要求 *67*
一 实验目的 *67*
二 实验原理及说明 *67*
三 实验步骤 *67*
四 实验内容和要求 *68*
五 总结报告要求 *68*
六 扩展性学习 *68*
七 参考设计及例程 *69*
实验八 实用多功能电子表 77
预习要求 *77*
一 实验目的 *77*
二 实验内容 *77*
三 实验内容和要求 *79*
四 实验步骤 *79*
五 总结报告要求 *79*
六 参考设计及例程 *80*

第二部分 数字系统的接口设计实验 **91**

实验九 **LCD** 显示实验 91
预习与思考 *91*
一 实验目的 *91*
二 实验原理及说明 *91*
三 实验提示 *92*
四 实验步骤 *92*
五 实验内容和要求 *92*
六 总结报告要求 *93*
七 思考 *93*
八 参考设计及例程 *93*
实验十 **RS-232** 串口控制器 108
预习与思考 *108*
一 实验目的 *108*
二 实验原理及说明 *108*
三 实验提示 *110*
四 实验步骤 *110*
五 实验内容和要求 *110*
六 总结报告要求 *110*
七 参考设计及例程 *111*

实验十一 **VGA** 控制输出实验 113
预习与思考 113
一 实验目的 113
二 实验原理及说明 113
三 实验步骤 113
四 实验内容和要求 113
五 实验报告要求 114
六 参考设计及例程 114
实验十二 **PS/2** 键盘控制器实验 121
预习与思考 121
一 实验目的 121
二 实验原理及说明 121
三 实验步骤 121
四 实验内容和要求 122
五 实验报告要求 122
六 思考 122
七 参考设计及例程 122
附：ASCII 查找表 123
实验十三 接口互连实验 141
一 实验目的 141
二 实验原理及说明 141
三 设计提示 141
四 实验步骤 141
五 实验内容和要求 142
六 总结报告要求 142
七 参考设计及例程 142

第三部分 综合设计实验 **143**

实验十四 综合设计实验 143
一 实验目的 143
二 实验原理及说明 143
三 设计提示 143
四 实验步骤 143
五 实验内容和要求 144
六 总结报告要求 144
七 扩展性学习 144
八 参考设计及例程 145

第二篇 **IP** 核的设计实验

第三章 **IP** 核的设计实验 **148**

第四部分 **IP** 核的设计实验 **148**

实验十五 **RS-232** 串口控制器 148
预习内容 148
一 实验内容 148
二 实验原理及说明 148
三 实验步骤 149

四 实验内容和要求 *152*
五 参考设计及例程 *152*
实验十六 VGA 控制输出实验 153
预习内容 *153*
一 实验内容 *153*
二 实验原理及说明 *153*
三 实验步骤 *153*
四 实验内容和要求 *153*
五 参考设计及例程 *154*
实验十七 视频输入输出环路设计 155
预习内容 *155*
一 实验内容 *155*
二 实验步骤 *155*
三 实验要求 *159*
五 总结报告要求 *160*
六 参考设计及例程 *160*
实验十八 YCBCR->RGB 变换器设计 161
一 实验原理 *161*
二 实验内容 *163*
三 YCbCr 到 RGB 变换模块仿真步骤 *165*
四 实验要求 *168*
五 参考设计及例程 *169*
实验十九 RS 编码原理和纠错算法 170
一 实验原理 *170*
二 实验内容 *175*
三 RS 码编码模块仿真步骤 *177*
四 实验要求 *179*
五 参考设计及例程 *180*
实验二十 SDRAM 控制器的实现 181
一 SDRAM 工作原理和控制方法 *181*
二 SDRAM 控制器的设计实现 *182*
三 SDRAM 控制器接口说明 *186*
四 SDRAM 控制器测试方法 *186*
五 SDRAM 控制器仿真步骤 *186*
六 实验要求 *191*
七 参考设计及例程 *192*

第三篇 SOPC 的设计及实验

第四章 SOPC 设计软件 NIOSII 使用和指南 **193**
1 NIOSII 介绍 193
2 SOPC BUILDER 开发工具 194
2.1 SOPC Builder 简介 194
2.2 SOPC Builder 用户界面 195
3 NIOSII 设计流程 197
3.1 硬件开发流程 *198*
3.2 软件开发流程 *199*

第五章 SOPC 设计实验......200

第五部分 SOPC 设计实验......200

实验二十一 NIOSII 开发流程实例---LED 显示......200
一 实验目的......200
二 实验原理图和说明......200
三 实验步骤......225
四 实验内容和要求......226
五 实验报告要求......226
六 扩展性要求......226
实验二十二 标准 NIOSII 硬件系统的组建......227
一 实验目的......227
二 实验内容......227
三 实验步骤......235
四 实验报告要求......236
五 扩展性学习......236
六 参考设计和例程......236
实验二十三 实现 UART—JTAG 主机与 FPGA 之间的通信......237
一 实验目的......237
二 实验原理和说明......237
三 实验步骤......238
四 实验内容和要求......238
五 实验报告要求......239
实验二十四 SYSTEM ID 实验......240
一 实验目的......240
二 实验原理和说明......240
三 实验步骤......241
四 实验要求......241
五 实验报告要求......241
六 参考设计和例程......241
实验二十五 实现串口通信......243
一 实验目的......243
二 实验原理和说明......243
三 实验步骤......244
四 实验内容和要求......244
五 实验报告要求......245
六 扩展性实验......245
七 参考设计和例程......246
实验二十六 实现 LCD 显示......249
一 实验目的......249
二 实验原理和说明......249
三 实验步骤......250
四 实验内容和要求......250
五 实验报告要求......250
六 扩展性实验......250
七 参考设计和例程......251
实验二十七 按键触发与计数器......252
一 实验目的......252
二 实验原理和说明......252
三 实验步骤......253
四 实验内容和要求......253

五 实验报告要求 *254*
六 参考设计和例程 *254*
实验二十八 简单数字钟 258
一 实验目的 *258*
二 实验原理和说明 *258*
三 实验步骤 *259*
四 实验内容和要求 *259*
五 实验报告要求 *259*
六 参考例程 *259*
试验二十九 FLASH 功能测试实验 267
一 实验目的 *267*
二 实验原理和说明 *267*
三 实验步骤： *269*
四 实验内容和要求 *269*
五 实验报告要求 *269*
六 参考设计和例程： *269*

第四篇 附录

附录一 设计开发软件的安装 280
一 QUARTUSII5.0 的安装和启动 280
二 MODELSIM 的安装 291
三 NIOS II IDE 的安装 294
附录二 NIOSII SOPC BUILDER 操作图解 298
1、打开 QUARATUSII 软件 298
3、打开 SOPCBUILDER 299
4、选择 SYSTEM GENERATION 301
5、点击 RUN NIOSII IDE 302
7、编译文件 307
8、先把 QARATUSII 下硬件工程下载到实验板上 308
9、实验板不要断电，下载软件程序 309
10、最后讲一下如何建立新的软件工程 311
附录三 MODELSIM 使用指南 321
1 前言 321
2 代码仿真 321
2.1 代码仿真需要的文件 *321*
2.2 代码仿真步骤 *322*
3 门级仿真和时序仿真 325
3.1 仿真需要的文件 *326*
3.2 仿真步骤 *326*

《高级 FPGA 和 SOPC 硬件开发平台用户手册》内容和目录：

本书共分二十一章。第一章对“高级 FPGA 与 SOPC 设计开发实验教学系统”的功能、

特点和应用作了详细的介绍；第二章对该系统的组成、结构和系统的连接讲解；第三章讲解了该系统中用到的主要器及其特性；第四章至第二十一章对该系统的各个硬件接口硬件设计原理、配置以及对应的 FPGA 引脚配置作了详细的讲解，学员参考这些章节，可以理解该系统的硬件设计原理，在学习配套提供的各部分实验时也要参考这些章节。

本书作为 Fudan Tech 公司设计开发的“高级 FPGA 及 SOPC 设计开发实验及教学系统 **FD-FPGA&SOPC_SYS**”配套资料，详细讲解了该系统的硬件设计原理。本书可作为高等科研院校电子信息等相关专业实验教材，也可作为相关技术人员和嵌入式系统设计工程师的技术资料。

前 言......2

CHAPTER 1 系统介绍......5

1.1 OVERVIEW......5
1.2 系统特点......6
1.3 系统规格......7
1.3.1 硬件......7
1.3.2 软件......8
1.3.3 Documents......8
1.4 应用领域......8
1.5 订货信息......9

CHAPTER 2 系统组成和结构......10

2.1 系统组成......10
2.2 硬件开发平台的组成和功能布局......10
2.3 系统连接......13

CHAPTER 3 主要器件及特性......15

CHAPTER 4 4 位 7 段数码显示器......18

CHAPTER 5 开关蜂鸣器与数码管......21

CHAPTER 6 VGA 接口......23

CHAPTER 7 PS/2 鼠标／键盘接口......27

CHAPTER 8 RS-232 串口......32

CHAPTER 9 4X4 扫描键盘......36

CHAPTER 10 字符型液晶显示器......38

CHAPTER 11 USB 接口及芯片......42

CHAPTER 12 视频采集/输出模块......44

CHAPTER 13 用户自定义串行接口及 I2C 接口......53

CHAPTER 14 高速异步 SRAM......54

CHAPTER 15 高速同步 SDRAM......57

CHAPTER 16 大容量快速 FLASH......59

CHAPTER 17 扩展板接口......61

CHAPTER 18 JTAG 下载与调试接口......62

CHAPTER 19　电源分配..63
CHAPTER 20　复位电路..65
CHAPTER 21　时钟源..66

FudanTech
上海复旦信息科技有限公司
http://www.fudantech.com

地址：复旦大学国家大学科技园 上海市国泰路 88 号国泰大楼 6F
Tel：86-21-65106087　65103152
Email：marketing@fudantech.com